



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA RURAL

CAIQUE PALACIO VIEIRA

**RESPOSTA AGRONÔMICA DO MILHO À ADUBAÇÃO NITROGENADA E
POTÁSSICA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO**

Areia - PB

Fevereiro de 2017

CAIQUE PALACIO VIEIRA

**RESPOSTA AGRONÔMICA DO MILHO À ADUBAÇÃO NITROGENADA E
POTÁSSICA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO**

Trabalho Apresentado ao Curso de
Graduação em Agronomia do Centro de
Ciências Agrárias da Universidade
Federal da Paraíba (UFPB) – Campus II,
como requisito básico para obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo.

Prof. Dr. Adailson Pereira de Souza
ORIENTADOR

Areia, PB.

Fevereiro de 2017

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

V658r Vieira, Caique Palacio.
 Resposta agrônômica do milho à adubação nitrogenada e potássica em sistema de
 plantio direto / Caique Palacio Vieira. - Areia: UFPB/CCA, 2017.
 vii, 31 f. ; il.

 Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências
 Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

 Bibliografia.
 Orientador: Adailson Pereira de Souza.

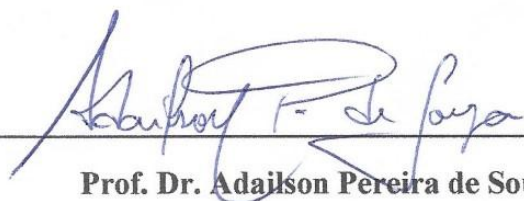
 1. Milho – Cultura 2. Milho híbrido – Adubação nitrogenada 3. Zea mays – Adubação
 potássica I. Souza, Adailson Pereira de (Orientador) II. Título.

UFPB/CCA CDU: 633.15

**RESPOSTA AGRONÔMICA DO MILHO À ADUBAÇÃO NITROGENADA E
POTÁSSICA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO**

Aprovado em: 06/02/2017

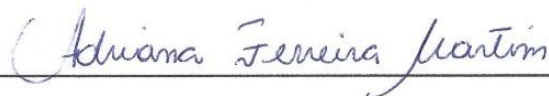
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Adailson Pereira de Souza

CCA/UFPB/DSER

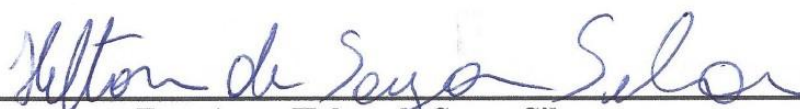
Orientador



Pesq. Dra. Adriana Ferreira Martins

PNPD/PPGCS/CCA/UFPB

Examinadora



Eng. Agro. Helton de Souza Silva

CCA/UFPB/DSER

Examinador

AREIA –PB

Fevereiro de 2017

Aos meus pais:

PEDRO VIEIRA NETO e MARIA DO CARMO PALACIO GONÇALVES, por minha formação pessoal, por todo o apoio nos bons e maus momentos e por todo amor a mim dado.

Ao meu avô paterno:

JOÃO FERREIRA DE SOUSA, pelo amor carinho e atenção a mim dedicado.

A minha avó paterna:

FRANCISCA MARIA DA CONCEIÇÃO, que tanto me apoiou a entrar na vida acadêmica, e partiu precocemente no dia em que me matriculei no curso de Agronomia do CCA/UFPB.
(in memorian).

Aos meus Avós maternos:

MANOEL GONÇALVES DE HOLANDA e ANTÔNIA PALACIO BEZERRA

(in memorian)

À minha namorada:

WILLYANE OLIVEIRA MELO, pelo apoio, amor, compreensão e paciência, nessa reta final, um dos momentos mais delicados na minha jornada acadêmica que me inspiraram a seguir em frente.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pai amigo companheiro:

Que sempre me guiou as escolhas certas e livrou-me de todos os males, me mantendo sempre firme, forte e focado no meu objetivo;

Em especial toda minha família:

Carminha Palácio (Mãe), Pedro Vieira (Pai), Willyane (Namorada), João (Avô), Marlete e Salete (Tias paternas), Marinete (Tia e Madrinha) e a seus esposos. Dedé Palácio, Francisco, Alderico, Aldenor e Lorival (Tios Maternos) e a suas esposas. Lourdes e Mazé (Tias maternas), Maria Duarte (Tia Maninha) e a meus primos maternos e paternos. Agradeço a essas pessoas por todo o apoio e ajuda, dos mais diversos tipos, desde financeira a uma palavra, um telefonema, um conselho, por me ouvirem falar de meu curso, compartilhando comigo o amor pela profissão que escolhi, pessoas que sempre estiveram comigo, que apesar da distância, fizeram com que nunca me sentisse só, me incentivando a seguir em frente;

Aos meus familiares que contribuíram, mas não poderão ver meu sucesso:

Minhas avós Antonite e Chiquinha, meu avô Zé Gonçalves. Minha eterna gratidão;

Ao meu orientador:

Prof. Dr. Adailson Pereira de Souza, por dividir seu conhecimento e sabedoria, pela confiança e responsabilidade em mim depositada, que contribuíram muito para meu crescimento acadêmico e sem dúvidas me tornou um profissional melhor e por sua infinita paciência;

A meus amigos de longas datas:

Thales Palácio, Lucas Barbosa, Elton Bezerra, Normand Fernandes, Douglas Marques, Thiago Buno, Wenesson Melo, Romario Duarte, Rielder Rolim, Halison Alves, que dividiram vários momentos comigo, que me ouviram várias vezes nas rodas de cachaça falando do meu curso, que sempre me incentivaram a seguir rumo ao sucesso;

A meus amigos que adquiri no CCA/UFPB:

João Paulo, João Ítalo, Mateus Batista, André Spinosa (Amigos de período), Alex Pacheco, Sidney Saymo, Edson Lucena, Pablo Arroz, Guilherme (Amigos de quarto) Expedito e Francisco Jeanes e mais recentemente a turma do castelinho 2 Leandro, Tassio e Arthur, amigos que por muitas noites passamos acordados, algumas estudando outras nos divertindo;

Ao casal que me recebeu em areia:

Senhor Fazinho e Dona Socorro, que conheci através do Bruno, alagoano cabra bom, esses três me receberam muito bem em minhas primeiras horas em Areia, fazendo com que em instantes me sentisse em casa;

Aos meus primeiros amigos de trabalho:

Paulo Alexandre, Profa. Edna Ursulino, Luciana Rodrigues, Daniele Sousa, Patricia Gondin e Antonio Neto, pessoas boas, que eu tive o prazer em trabalhar no Laboratório Análise de Sementes, que contribuíram muito nos meus primeiros passos na vida acadêmica, sempre atenciosos e me incentivando a ir mais longe;

Aos meus atuais amigos de trabalho:

Engenheiro Agrônomo Helton Silva, Doutoranda Mary Anne de Carvalho, Ewerton Barbosa, João Neto, Bruno Freire, José Gomes, Helton Davison, Valeria Borges e Lea Medeiros, a turma do “Adailson’s Lab”. Equipe do Laboratório de Microbiologia do Solo, que há dois anos, me receberam de forma fantástica a equipe, galera boa, descontraída, que não corre do trabalho, saio dessa instituição muito feliz em ter dividido tantos momentos com vocês, com a gente não importa o trabalho fazemos sorrindo. Agradeço de mais a todos por todo o apoio que recebi;

Aos meus amigos servidores do CCA/UFPB:

Jadson, Charles, Velhinho, Edilson, Prof. Djail Santos e Naum, pessoas que por muitas vezes dividimos boas risadas, me convidando muitas vezes para se fazer presente em suas atividades, contribuindo para minha rápida adaptação ao campus.

As demais pessoas que contribuíram com minha formação acadêmica:

Evilasio da Vilas Lanche, que por tantos dias dividiu boas conversas, o futebol do domingo comigo, que tantos cafezinhos me ofereceu. Tia Nedir que por muitas vezes me elogiou pelo amor que tenho pela profissão que escolhi, sempre me incentivando. Aos familiares de minha

namorada, em nome de sua mãe Verônica e seu pai Neném que nesses últimos anos de curso a cada retorno para casa sempre me incentivaram e elogiaram meu esforço em busca do meu objetivo

Os professores do CCA/UFPB:

Que dividiram todos os seus conhecimentos e suas experiências, com nós estudantes.

A todos que participaram de forma direta ou indireta deste trabalho.

MINHA ETERNA GRATIDÃO.

RESUMO

A produtividade do milho no estado da Paraíba é inferior a produtividade média nacional, isso pode ser atribuído ao baixo nível tecnológico empregado pela maioria dos produtores, os quais não realizam um manejo adequado da adubação, aplicando doses desequilibradas, não atendendo as necessidades do milho. Assim sendo, o presente trabalho tem por objetivo, avaliar a reposta da cultura do milho às diferentes doses de nitrogênio e potássio em um LATOLOSSO VERMEHO-AMARELO e em sistema de plantio direto. O presente experimento foi conduzido no ano de 2016, na área experimental Chã-de-Jardim pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, no município de Areia-PB. O experimento de adubação foi montado seguindo um delineamento experimental em blocos casualizados, com 11 tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram dispostos conforme a matriz Plan Puebla III. O plantio do milho híbrido (AG 1051) foi realizado manualmente no final do mês de Abril, utilizando-se espaçamento entre fileiras de 1,0 m e 0,2 m entre plantas, sendo semeado a uma profundidade de 3 a 4 cm. Aos 120 dias após a semeadura, realizou-se a colheita manual das espigas de milho, em todas as parcelas úteis. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software SAEG versão 9.1, procedendo-se o desdobramento das interações, segundo sua significância pelo teste F. A maior produtividade de milho ($1.326,27 \text{ kg ha}^{-1}$) foi obtida na combinação das doses 95 e 64 kg ha^{-1} de N e K, respectivamente. A melhor produtividade de palha ($3.037,49 \text{ kg ha}^{-1}$) obtida na combinação das maiores doses aplicadas. O incremento das doses de nitrogênio e potássio favoreceu o aumento da produtividade dos grãos e produção de palha.

Palavras chaves: Produtividade de grãos, Produção de Palhada, LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
1 INTRODUÇÃO.....	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 A cultura do milho	11
2.1.1 Aspectos gerais	11
2.1.2 Adubação mineral	11
2.1.3 O elemento N	12
2.1.4 O elemento K	13
2.1.5 Fitomassa seca	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Localização do Experimento	15
3.2 Delineamento Experimental	17
3.3 Instalação e condução do experimento.....	18
3.4 Colheita e determinação da biomassa	19
3.5 Índice de colheita de grãos e eficiência agronômica	19
3.6 Análises estatísticas	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1 Produção de grãos	20
4.2 Produção de palha	21
4.3 Índice de colheita de grãos	23
4.4 Eficiência agronômica	24
5 CONCLUSÕES	27
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
REFERÊNCIAS.....	29

1 INTRODUÇÃO

O milho é uma gramínea originária do continente Americano, mais precisamente no México, aparecendo como o segundo cereal mais produzido no Brasil, ficando atrás apenas da soja (CONAB., 2017). No Brasil é cultivado em todos os estados da Federação e na grande maioria das propriedades, estando presente desde a agricultura familiar a exportação, empregando diretamente e indiretamente um contingente significativo de mão-de-obra em sua cadeia produtiva. A cultura é uma das mais tradicionais, ocupando lugar importante na agropecuária, sendo o ingrediente base das rações animais.

Segundo a Conab (2017), a área nacional plantada pela cultura do milho na safra de 2015/2016 foi de 15,9 milhões ha, para 2016/2017 a previsão é de 16,1 milhões ha, com uma produção de 64,5 milhões t e 84,4 milhões t, respectivamente. O Nordeste apresentou 11,72% dessa área, com uma produção de 2,8 milhões t. A Paraíba é o segundo estado do Nordeste de menor participação apresentando 0,7% da área plantada com produção de 0,2 milhões t. Para 2016/2017 a previsão da área plantada na Paraíba pela cultura do milho, corresponderá a 8,4 milhões ha e produção de aproximadamente 0,3 milhões t, correspondendo a um aumento na produção de 95,02% em comparação a safra anterior.

O milho brasileiro é plantado nos mais diversos sistemas de produção e nas mais diferentes regiões do país, mostrando assim uma ampla faixa de exploração. Na Região Nordeste um dos grandes motivos das baixas produções do grão, se dá em muito dos casos, devido o sistema de produção empregado. Muito dos produtores se apegam muito ao apelo cultural, passado de geração para geração, e quase sempre não faz uso de tecnologias para produzir ou quando há o uso, é de forma bastante aquém da realidade dos dias atuais. As baixas quantidades de nutrientes presentes nos solos e as variáveis climáticas interferem de forma significativa na queda da produção.

Assim como a maioria das culturas, o milho remove uma quantidade elevada de nutrientes do solo durante seu ciclo vegetativo, portanto, quando se visa produção e produtividade elevada, há a necessidade de se realizar adubação para complementar a quantidade fornecida pelo solo. O nitrogênio (N) e o potássio (K) são os elementos mais demandados pela cultura, sendo determinantes para que se obtenha um bom desenvolvimento vegetativo e elevada produtividade.

O nitrogênio é considerado o mais influente nutriente da cadeia produtiva de grãos. As recomendações atuais para adubação nitrogenada tanto em fundação quanto em cobertura são realizadas levando-se em considerações a curva de resposta, a análise do solo da área e a

produtividade desejada. Para adubação nitrogenada de cobertura em sistema de sequeiro, de modo geral, as recomendações variam de 40 a 80 kg ha⁻¹ de N.

No tocante da adubação potássica, vale destacar que apesar do potássio não fazer parte de nenhum composto orgânico dentro da planta é importante na síntese e metabolismo de carboidratos, como a fotossíntese e a respiração; na formação de frutos; na translocação de íons metálicos; no balanço hídrico; além de ativar as enzimas e controlar sua velocidade de reação, melhorando a qualidade dos produtos, consequentemente seu valor nutricional (TAKASU et al., 2012). Depois do nitrogênio, o potássio é o elemento absorvido em maiores quantidades pela cultura, sendo que, em média, 30% são exportados nos grãos e o restante fica no campo juntamente a palhada.

As culturas anuais geram uma grande quantidade de resíduos, os mesmos são de fundamental importância para a proteção do solo contra agentes erosivos, propiciam um aporte de matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes que foram extraídos pela a cultura durante todo seu ciclo vegetativo. O manejo da palhada é de grande importância para o sistema de plantio direto, que visa manter a cobertura do solo com material vegetal e o seu mínimo revolvimento, apenas na linha de plantio.

Além dos benefícios citados anteriormente, o sistema de plantio direto, mantém no solo o CO₂ fixado pela cultura anterior, diminui a incidência de plantas daninhas, preserva a umidade pertencente no solo, contribuindo para que se tenha um equilíbrio dinâmico do agrossistema e melhorando características químicas, físicas e biológicas do solo.

O presente trabalho tem por objetivo, avaliar a reposta da cultura do milho às diferentes doses de nitrogênio e potássio em um Latolosso Vermelho-Amarelo em sistema de plantio direto.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do milho

2.1.1 Aspectos gerais

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais cultivados e estudados do mundo, é de grande importância econômica e estratégica, devido suas diversas formas de utilização, como o insumo principal na produção de proteína animal, na alimentação humana e, também, na produção de biocombustíveis (CONAB, 2015), sua produção é muito dependente da adequada fertilização nitrogenada (MARTINS et al., 2014).

Segundo a Conab (2017), a área nacional plantada pela cultura do milho nas duas safras de 2015/2016 foi de 15,9 milhões ha, para 2016/2017 a previsão é de 16,1 milhões ha, com uma produção de 64,5 milhões t e 84,4 milhões t, respectivamente. O Nordeste apresentou 11,72% dessa área, com uma produção de 2,8 milhões t. A Paraíba é o segundo estado do Nordeste de menor participação apresentando 0,7% da área plantada com produção de 2,1 milhões t. Para 2016/2017 a previsão da área plantada na Paraíba pela cultura do milho, corresponderá a 8,4 milhões ha e produção de aproximadamente 3,9 milhões t, correspondendo a um aumento na produção de 95,02% em comparação a safra anterior.

No Nordeste além do valor econômico, o milho aparece como um alimento de valor cultural muito forte, sendo o alimento base das receitas das comidas típicas juninas, principalmente nos estados da Paraíba, Pernambuco e Ceará. A grande maioria do milho plantado no Nordeste são variedades híbridas, mas ainda a presença de produtores que cultivam as variedades criolas, de valor sócio-cultural imensurável.

2.1.2 Adubação mineral

No Brasil, atribuiu-se alguns fatores a baixa produtividade do milho, dentre eles destacam-se o clima, o potencial das cultivares, o manejo nutricional e de pragas. Dos fatores apresentados, considera-se a fertilidade do solo como um dos principais responsáveis dos baixos valores de produtividades obtidos nas áreas destinadas para a produção de grãos e pastagens. Esta realidade não é apenas reflexo dos baixos teores de nutrientes presentes nos solos, mas, muito, ao uso de forma inadequada dos fertilizantes minerais, principalmente dos N e K (VALDERRAMA et al., 2011).

Segundo Coelho et al. (2009), a cultura do milho apresenta diferença no uso eficiente dos fertilizantes, entre as diferentes regiões brasileira, destacando que após o conhecimento da necessidade de fertilizante a ser aplicado, o manejo da adubação é de fundamental importância para a nutrição acertada da planta, de forma a atender suas exigências no estágio correto.

Assim, mostra-se premente a ampliação do conhecimento da planta de milho e do ambiente de produção, aliada à avaliação presente e futura dos cenários agrícolas local e mundial, para o estabelecimento de sistemas de produção eficientes e racionais, objetivando a obtenção de resultados satisfatórios quanto a produtividade, qualidade do produto, sustentabilidade da atividade e lucros (QUEIROZ et al., 2011).

Ao realizar testes de resposta da cultura do milho a adubação nitrogenada (N) e potássica (K) em uma LATOSSOLO AMARELO, no município de Areia-PB, Medeiros (2014), verificou que a melhor produtividade de grãos (2.305 kg ha^{-1}) foi obtida com a aplicação de 95 kg ha^{-1} de N, verificando um incremento de 47 %, quando comparada como tratamento controle (sem adubação). Já para o K não houve diferença significativa para as diferentes doses aplicadas (4, 24, 40, 56 e 76 kg ha^{-1} de K).

2.1.3 O elemento N

Para que a cultura do milho possa expressar todo seu potencial produtivo, é necessário que todas as suas exigências nutricionais sejam supridas, em virtude das grandes quantidades de nutrientes extraídos do solo durante o ciclo produtivo (AMARAL FILHO et al., 2005). Para que se obtenham altas produtividades, as recomendações de adubação nitrogenada de cobertura, variam de 40 a 70 kg ha^{-1} e 100 a 200 kg ha^{-1} de N, nos sistemas de produção de sequeiro e irrigado, respectivamente (COELHO e FRANÇA., 1995).

O nitrogênio é o nutriente quantitativamente mais exigido pela cultura do milho e o que mais onera a produção deste cereal (CIVARDI et al. 2011, DUETE et al. 2011). Devido à grande dinâmica do N no ambiente, o manejo da fertilização nitrogenada é muito complexo (SCHIAVINATTI et al. 2011), apresentam limitação, quando aplicada na superfície do solo, devido às chances de perdas por volatilização de NH_3 (VALDERRAMA et al., 2011). Por isto, o domínio do conhecimento relacionado a fertilizantes e fertilização nitrogenada é essencial para aumentar a eficiência dos fertilizantes e maximizar a produtividade das culturas (PRANDO et al. 2013).

Resultados experimentais são obtidos, sob diversas condições de solo, clima e sistemas de cultivo, mostram respostas generalizadas do milho à adubação nitrogenada; cerca de 70% a 90% dos ensaios de adubação com milho, realizados em campo, no Brasil, são responsivas à aplicação de nitrogênio. Contudo, ressalta-se que a eficiência da adubação depende, dentre outros fatores, das condições climáticas, do tipo de solo e da capacidade de extração de nutrientes pelas plantas durante o cultivo (NEUMANN et al., 2005).

2.1.4 O elemento K

Com relação a adubação potássica, vale enfatizar que apesar de o potássio não fazer parte de nenhum composto orgânico dentro da planta é importante na síntese e metabolismo de carboidratos, como a fotossíntese e a respiração, formação de frutos, translocação de metais pesados, como por exemplo, o ferro, e no balanço hídrico. Além de atuar na ativação das enzimas e no controle de suas velocidades de reação, melhora a qualidade dos produtos, consequentemente, seu valor nutricional (TAKASU et al., 2012).

Depois do nitrogênio N, o potássio K é o segundo elemento mais demandado pela cultura, sendo determinante para que se obtenha um bom desenvolvimento dos grãos, aproximadamente 30 % do K absorvido pela planta, são exportados para os grãos (COELHO et. al., 2011).

Segundo Coelho (2006), em solos com teores muito baixos de potássio, com a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de K₂O, observou-se um aumento significativo na produção, citando como exemplo, os solos do Brasil central, que apresentam baixas quantidades de potássio disponível, apresentam resultados significativos, incrementando de 100 % na produção com a aplicação de doses entre 120 e 150 kg ha⁻¹ de K₂O.

Segundo Stipp e Yamada (1988), a absorção de potássio pelas plantas de milho é mais intensa no período que antecede o embonecamento, sendo que 70% do potássio requerido pelas plantas é absorvida neste período. Porém a absorção de nutrientes até o final do ciclo da planta é importante para compensar as perdas excessivas que ocorrem nas folhas pela translocação dos mesmos para os grãos.

Para Rabêlo et al. (2013), que avaliaram diferentes doses e formas de aplicação do potássio nas características agrônomicas e bromatológicas na cultura do milho para ensilagem, em Alfenas-MG, verificaram que os maiores valores de produtividade foram obtidos quando o potássio foi aplicado no ato do plantio. Já quando se fala em produção de

matéria seca, para Andreotti et. al. (2000), verificaram resultados significativo na quantidade de matéria seca produzida, em relação a dose de K aplicada.

2.1.5 Fitomassa seca

Nas regiões que apresentam condições climáticas favoráveis à decomposição da palhada e com precipitação favorecendo a erosão do solo, possui-se a necessidade do contínuo aporte de palha para que a superfície do solo se mantenha protegida (SUZUKI et al., 2008).

A maioria das culturas geram bastante resíduos vegetais ao fim do seu ciclo. No caso do milho, uma lavoura pode gerar entre 6 e 12 t ha⁻¹ de fitomassa seca (EMBRAPA, 2010). Porém, Souza (2013), avaliando o rendimento de adubos verdes em um consórcio de milho com cotralária, observou que a produção de fitomassa seca do milho pode chegar a 18,7 t ha⁻¹.

O milho retira do solo uma grande quantidade de nutriente, nutrientes esse que são destinados aos grãos e para a fitomassa da planta. Para Coelho (2006), a manutenção dos restos culturais na área, devolve ao solo grande quantidade de nutrientes, exemplificando o K, caracterizando a cultura do milho destinada a produção de grãos como uma “bomba” recicladora de K, com uma reciclagem de 12 kg de K por tonelada de palha.

Para que ocorra uma boa manutenção do sistema de plantio direto é de fundamental importância à manutenção da palha na superfície do solo. Isso reforça a preocupação de produzir resíduos vegetais que tenham decomposição mais lenta, o que significaria manter o resíduo protegendo o solo por maior período de tempo (CERETTA et al., 2002).

A maioria dos produtores paraibanos cultivam em sistema convencional, devido a falta de conhecimento, principalmente, entre os agricultores familiares. No entanto, em agroindústrias como a Fazenda Bonança, no município de Mulungu-PB, que desfrutam de elevado aparato tecnológico e conhecimento científico, exploram uma área de 1000 ha, com milho em sistema de plantio direto. Em relato verbal, o engenheiro agrônomo da fazenda, afirmou que a produtividade média é de sete toneladas por hectare, bem acima da produtividade do estado (283 kg ha⁻¹).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do Experimento

O presente experimento de adubação foi conduzido no ano de 2016, na área experimental Chã-de-Jardim pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), no município de Areia-PB, localizada na microrregião geográfica do Brejo Paraibano (Figura 1).

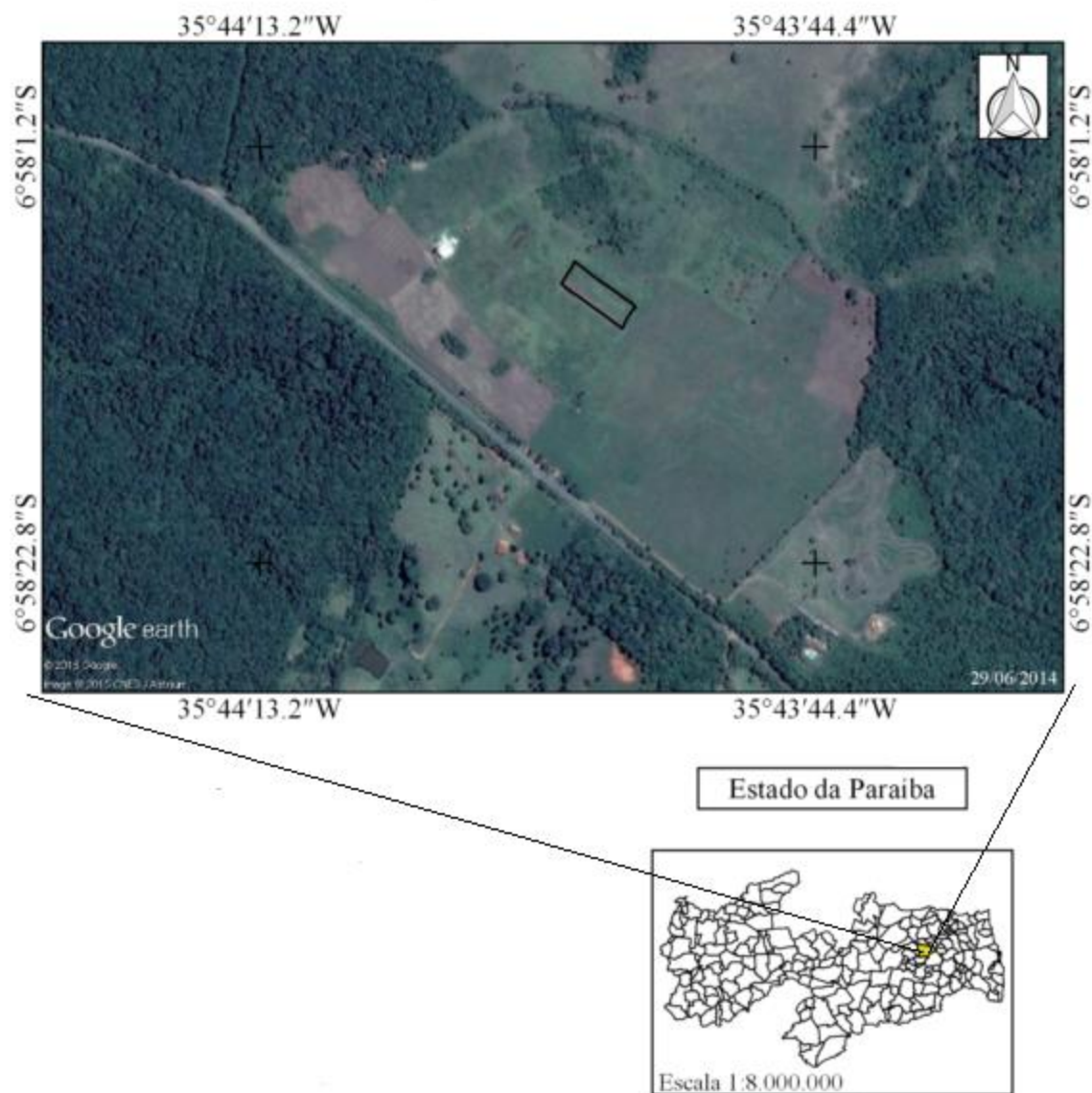


Figura 1. Localização geográfica da área experimental (Google Earth, 2016).

O solo da área experimental está classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO, o qual foi caracterizado quimicamente (Tabela 1). A análise inicial foi realizada no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do Departamento de Solos e Engenharia Rural (DSER/CCA/UFPB) no ano de 2013.

Tabela 1. Características químicas do solo, na camada de 0 a 20 cm antes da instalação da série de experimentos. (Ano 2013). Areia-PB, 2016.

pH	P	K	Na	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	M.O
1:2,5	- mg/dm ³ -		-----		cmol _c /dm ³	-----			g/kg
5,6	3,6	17,9	0,06	2,6	1,4	1,2	0,5	8,7	28,4

O clima da região é definido como subtipo climático As' que corresponde ao clima tropical sub-úmido (quente úmido, com chuvas de outono-inverno). A precipitação acumulada no ano de 2016 foi de 1.208 mm (INMET, 2016) (Figura 2).

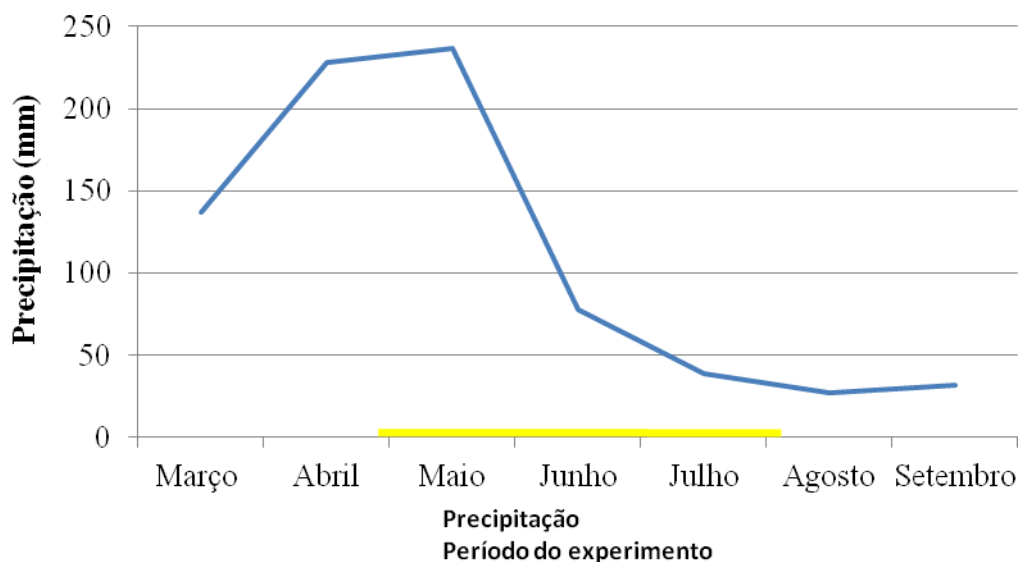


Figura 2. Precipitação (mm) mensal no período de condução do experimento. (INMET, 2016). Areia-PB, 2016.

A topografia da área onde foi instalado o experimento é plana (< 3 %) e de fácil drenagem da água de precipitação.

3.2 Delineamento Experimental

O experimento de adubação foi montado seguindo um delineamento experimental em blocos casualizados, com 11 tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram dispostos conforme a matriz Plan Puebla III (ALVAREZ V, 1985), que consistiu da combinação de cinco doses de N, na forma de ureia (5; 30; 50; 70 e 95 kg ha⁻¹) e cinco doses de K na forma de cloreto de potássio (4; 24; 40; 56 e 76 kg ha⁻¹), acrescido de um controle (sem adubação) (Tabela 2). Foi adotado para todas as parcelas 80 kg ha⁻¹ de P, na forma de superfosfato simples.

Tabela 2. Combinação das doses de N e K segundo a matriz Plan Puebla III. Areia-PB, 2016.

TRATAMENTO	N	K
	----- kg ha ⁻¹ -----	
1	30	24
2	30	56
3	70	24
4	70	56
5	50	40
6	5	24
7	95	56
8	30	4
9	70	76
10	5	4
11 (Controle)	0	0

As parcelas foram constituídas de sete linhas de 10 m de comprimento, espaçadas de 1,0 m (70 m² por parcela), com as avaliações realizadas nas cinco linhas centrais, dispensando-se as cinco primeiras plantas das bordas (área útil de 40 m²) (Figura 3).

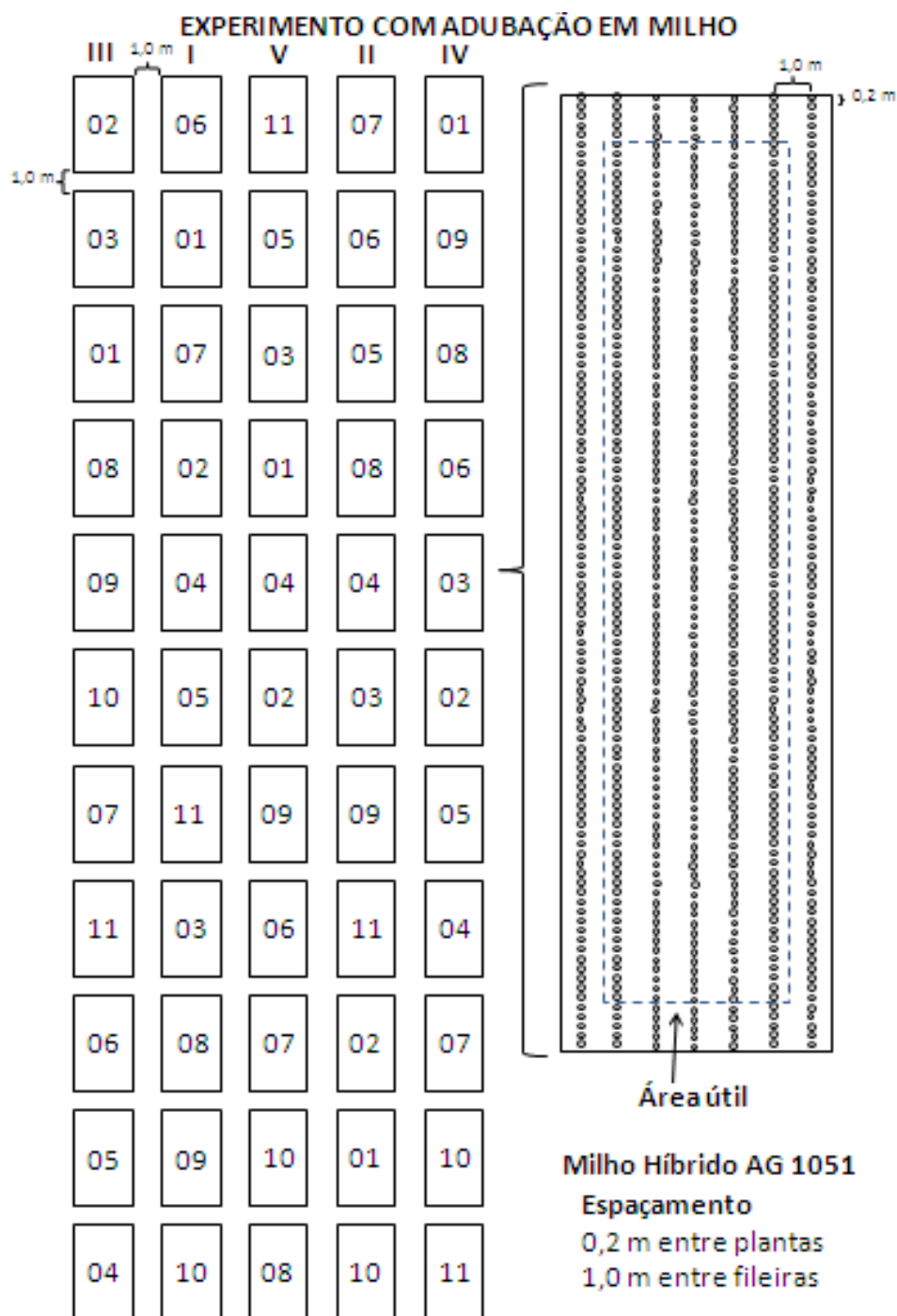


Figura 3. Representação esquemática da distribuição dos tratamentos na área experimental. Areia-PB, 2016.

3.3 Instalação e condução do experimento

O plantio do milho híbrido (AG 1051) foi realizado manualmente no final do mês de Abril, utilizando-se espaçamento entre fileiras de 1,0 m e 0,2 m entre plantas, sendo

semeado a uma profundidade de 3 a 4 cm (5 sementes por metro linear). Sete dias após o plantio foi realizado o replantio.

O potássio e o fósforo foram aplicados todos em fundação (aproximadamente 10 cm de profundidade), juntamente com 30% do nitrogênio. O restante do nitrogênio foi aplicado em cobertura aos 40 dias após o plantio, ao lado da linha, sem incorporação.

3.4 Colheita e determinação da biomassa

Aos 120 dias após a semeadura, realizou-se a colheita manual das espigas de milho, em todas as parcelas úteis. O material foi colocado em sacos plásticos, foram devidamente identificados, encaminhado para o DSER e colocados em ambiente protegido (casa de vegetação).

As espigas foram despalhadas e com o auxílio de uma balança digital foi determinada a massa das espigas e da palha. Posteriormente foi realizada a debulha, em debulhadeira manual e quantificada a massa do sabugo. A massa dos grãos foi obtida pela diferença entre a massa da espiga e a massa do sabugo.

Após 135 dias da semeadura, realizou-se o corte da palhada com auxílio de uma roçadeira mecânica, para determinação da massa seca.

3.5 Índice de colheita de grãos e eficiência agronômica

Determinou-se o índice de colheita de grãos (ICG) da seguinte forma:

$ICG = \text{produtividade de grãos} / \text{produtividade de grãos} + \text{palha}$.

Determinou-se também a eficiência agronômica (EA): produção econômica obtida (grãos, no caso de culturas anuais) por unidade de nutriente aplicado, a partir da seguinte equação:

$(EA) = (PG_{ca} - PG_{sa}) / (QNa) \times (kg\ kg^{-1})$, onde: EA é a eficiência agronômica; PG_{ca} é a produção em kg, com adubação; PG_{sa} é a produção em kg, sem adubação; QNa é a quantidade de nutriente aplicado, em kg.

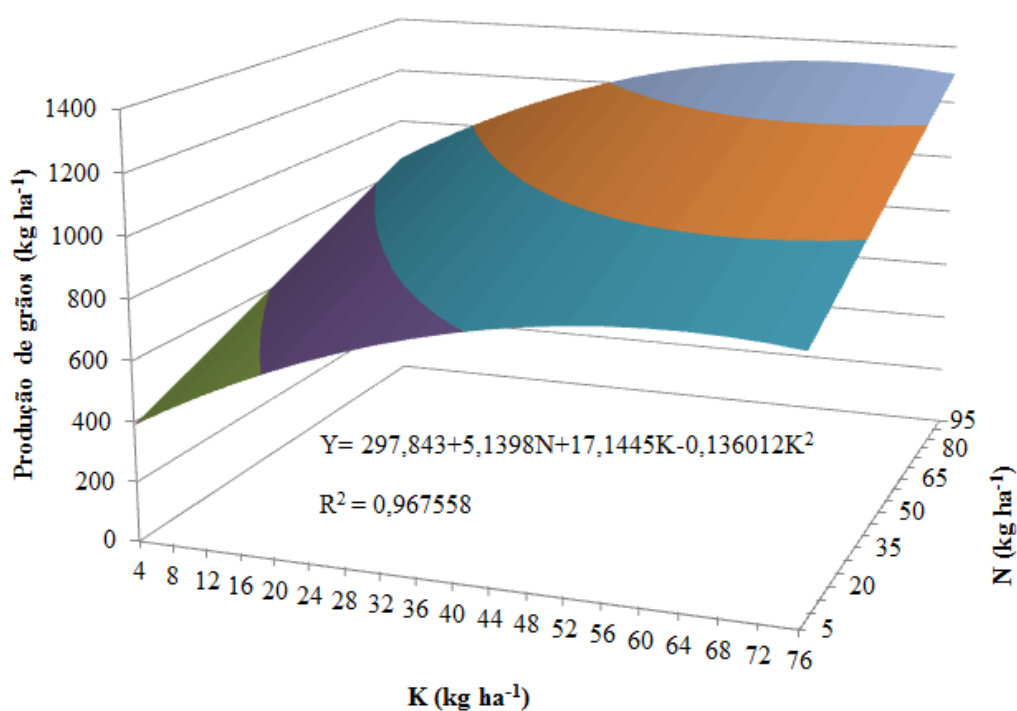
3.6 Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software SAEG versão 9.1 (SAEG, 2007), procedendo-se o desdobramento das interações, segundo sua significância pelo teste F.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produção de grãos

Na produção de grãos, observou-se que ocorreu, com o aumento das doses de N e K, um incremento na produtividade. Para o N a resposta foi linear, crescente. Já para o K, a resposta foi quadrática, observando-se a ocorrência do ponto de máxima produção aos 64 kg ha⁻¹ de K (Figura 4). Assim a melhor resposta do milho a combinação das doses de N e K, ocorreu nas doses de 95 e 64 kg ha⁻¹, respectivamente, com estimativa de produtividade de 1.326,27 kg ha⁻¹ de grãos.



Figur

a 4. Produtividade de grãos do milho, em resposta a adubação nitrogenada (5; 30; 50; 70 e 95 kg ha⁻¹) e potássica (4; 24; 40; 56 e 76 kg ha⁻¹). Areia-PB, 2016.

Apesar desta produtividade estar bem acima da produtividade do estado da Paraíba (283 kg ha⁻¹), a mesma ainda é considerada muito baixa. Esta baixa produtividade pode ser atribuída aos efeitos da redução das precipitações pluviais observadas nos meses

correspondente ao enchimento dos grãos, (Junho e Agosto) com precipitação acumulada de 65 mm (Figura 2). Apesar da redução da produtividade, comprova-se a eficácia da combinação das doses 95 N e 64 K kg ha⁻¹, onde mesmo passando por condições adversas expressou a maior produtividade. A garantia da produção, também pode ser atribuída ao sistema de plantio direto, que manteve a umidade do solo da camada 0 – 0,20 m, propiciando água para a cultura.

Os resultados apresentam-se bem semelhantes aos obtidos por Medeiros (2016), que ao conduzir este experimento no ano de 2015, obteve a maior produtividade nas doses de 95 e 76 kg ha⁻¹, de N e K, respectivamente. Rodrigues et al (2014), em trabalho realizado em 2009 aplicando duas fontes de KCl, em sistema de cultivo irrigado, no cerrado verificaram maior produtividade (8820 kg ha⁻¹) aplicando 80 kg ha⁻¹ de K. Queiroz et al (2011), avaliando diferentes fontes de nitrogênio na adubação da cultura do milho, encontraram maior produtividade de 7900 kg ha⁻¹ na maior dose de N (160 kg ha⁻¹).

Quando comparadas com o tratamento controle (Sem adubação), observou-se um aumento na produtividade de 1118,563kg ha⁻¹, o que corresponde a um aumento de 4,45 vezes (Figura 5).

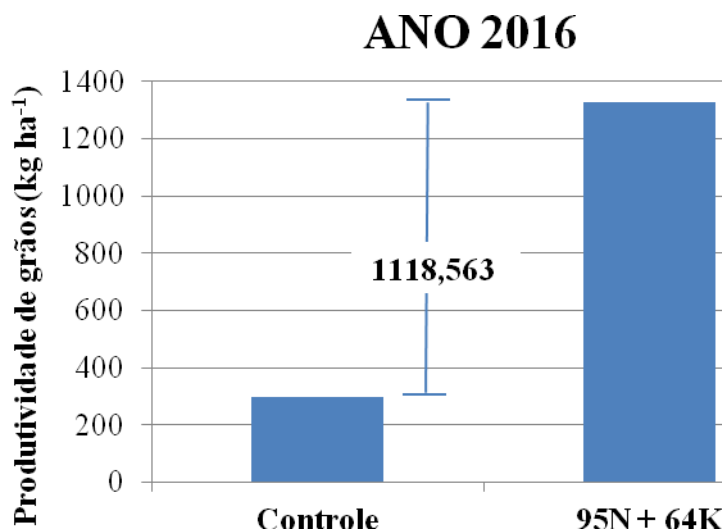


Figura 5. Produtividade de grãos do milho, em resposta a adubação nitrogenada (5; 30; 50; 70 e 95 kg ha⁻¹) e potássica (4; 24; 40; 56 e 76 kg ha⁻¹). Comparação do melhor tratamento 95N + 64K, em relação ao tratamento controle (testemunha). Areia-PB, 2016.

4.2 Produção de palha

A produção de palha em resposta a adubação nitrogenada e potássica apresentou efeitos significativos (Figura 6), observando-se que com o aumento das doses de N e K ocorreu um aumento da produção de palhada, tendo na combinação da maior dose de nitrogênio (95 kg ha⁻¹) e do potássio (76 kg ha⁻¹) a melhor resposta na produção de palhada (3037,49 kg ha⁻¹).

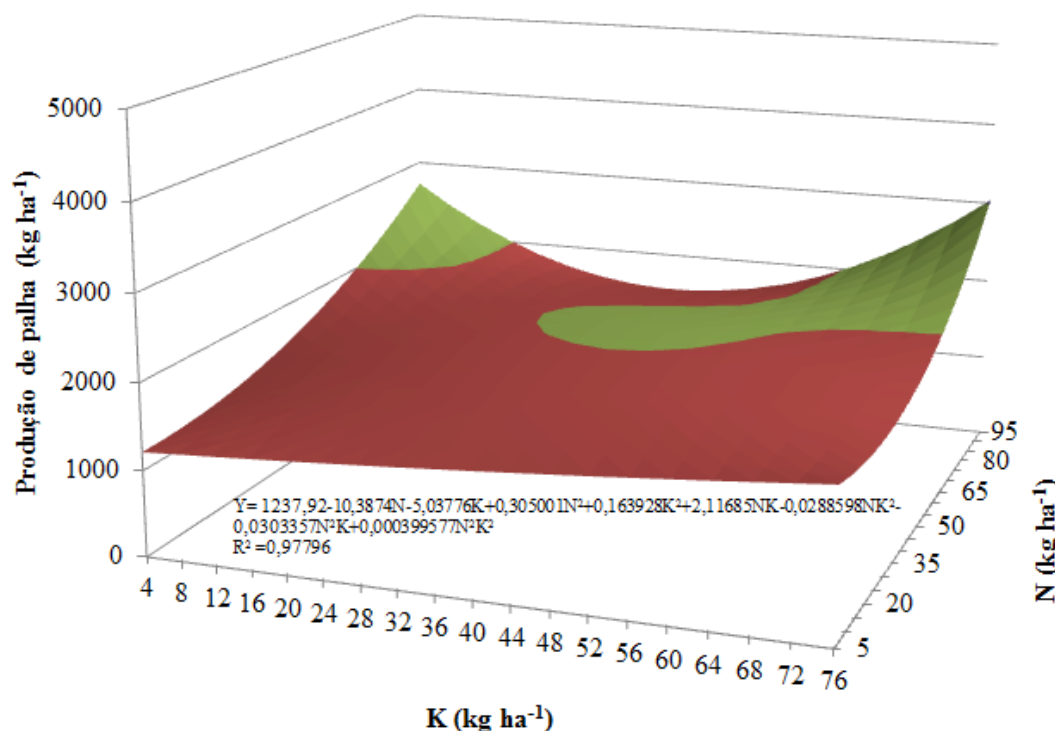


Figura 6. Produção de palha do milho, em resposta a adubação nitrogenada (5; 30; 50; 70 e 95 kg ha⁻¹) e potássica (4; 24; 40; 56 e 76 kg ha⁻¹). Areia-PB, 2016.

Medeiros (2016) verificou uma produção de 4.880 kg ha⁻¹ aplicando as mesmas quantidades de N e K. Rocha (2010) em ensaios realizados, aplicando diferentes doses de N, obteve a máxima produção de palhada 12.300 kg, com a aplicação de 162 kg ha⁻¹.

O nitrogênio é promotor do crescimento, sendo bastante exigido nas fases de desenvolvimento vegetativo e produtivo da cultura do milho. Por tal razão é importante que a adubação nitrogenada seja bem executada, para que possa proporcionar suporte no desenvolvimento vegetativo, fazendo que a planta chegue a sua fase reprodutiva bem nutrida, assim podendo expressar todo o seu potencial, significando em boa produtividade de grãos e palha.

O milho é um grande extrator de nutrientes do solo, partes destinadas aos grãos e outra para a fitomassa. Segundo Coelho (2006), a manutenção da palhada do milho nas áreas de

cultivo, devolve grandes quantidades de nutrientes ao solo, um exemplo, uma tonelada de palha pode reciclar 12 kg de K.

Quando comparado com o tratamento controle (Sem adubação), a dose combinada de 95 e 76 kg ha⁻¹ de N e K, respectivamente, proporcionou um incremento de 2,45 vezes na produção de palha (Figura 7).

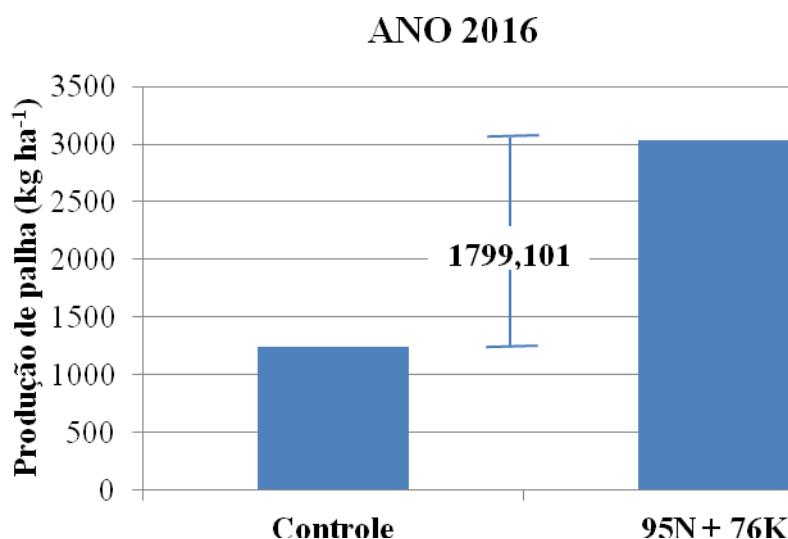


Figura 7. Produção de palha do milho, em resposta a adubação nitrogenada (5; 30; 50; 70 e 95 kg ha⁻¹) e potássica (4; 24; 40; 56 e 76 kg ha⁻¹). Comparação do melhor tratamento 95N + 76K, em relação ao tratamento controle (testemunha). Areia-PB, 2016.

4.3 Índice de colheita de grãos

O índice de colheita de grãos (ICG) é a relação entre a massa seca de grãos produzida e quantidade de massa seca da parte aérea da planta. No presente estudo obteve-se 3037,49 kg ha⁻¹ de massa seca da parte aérea correspondendo a uma produtividade de 1326,27 kg ha⁻¹ de grãos, obtendo-se para essa produtividade ICG de 0,46.

O ICG seguiu o padrão dos parâmetros analisados (Figura 8), observando-se um aumento no ICG conforme o incremento das doses de nitrogênio (N) e potássio (K), tendo o máximo valor estimado de ICG (0,46) com a combinação das maiores doses aplicadas 95 e 76 kg ha⁻¹ de N e K, respectivamente. Andrade et al. (2014) estudando somente o efeito do N, obtiveram resultados semelhantes, ao do presente estudo, com ICG de 0,44 com a aplicação de 131 kg ha⁻¹ de N, mostrando assim que houve uma boa translocação de fotoassimilados das folhas para os grãos.

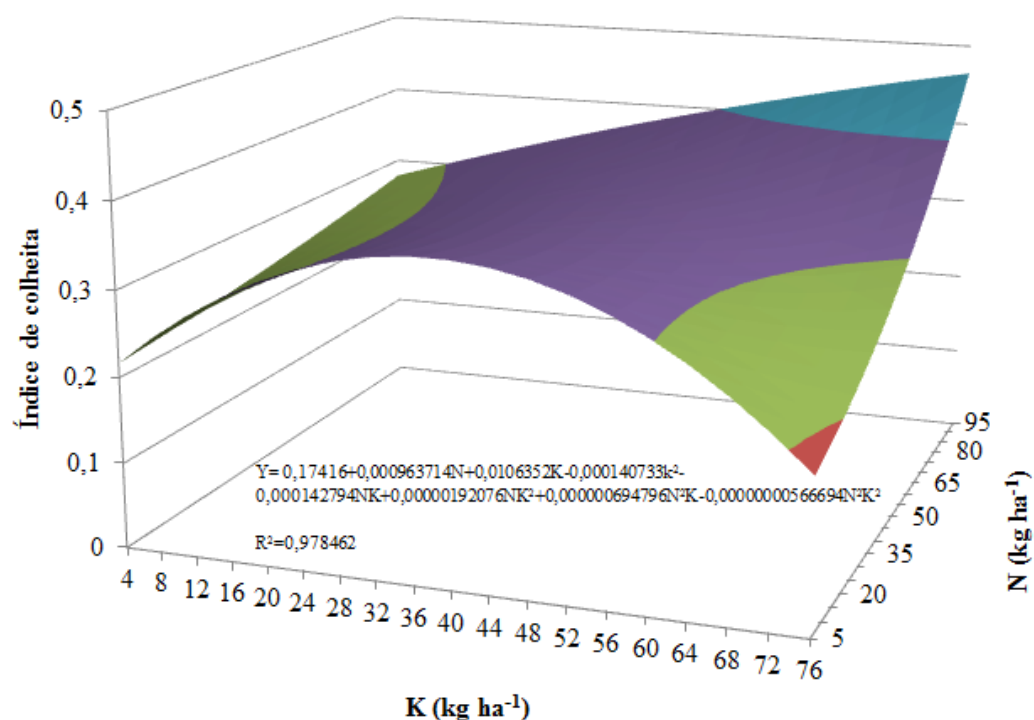


Figura 8. Índice de colheita de grãos do milho, em resposta a adubação nitrogenada (5; 30; 50; 70 e 95 kg ha⁻¹) e potássica (4; 24; 40; 56 e 76 kg ha⁻¹). Areia-PB, 2016.

4.4 Eficiência agronômica

No presente estudo os dados para eficiência agronômica no uso do nitrogênio (N) e do potássio (K) apresentaram decréscimo com o incremento das doses dos nutrientes N e K (Figuras 9 A e B), adequando-se a um modelo estatístico exponencial, o que significa dizer, à forma que tinha o incremento das doses dos nutrientes N e K, os resultados de produtividade não seguiram a mesmo rumo em proporção.

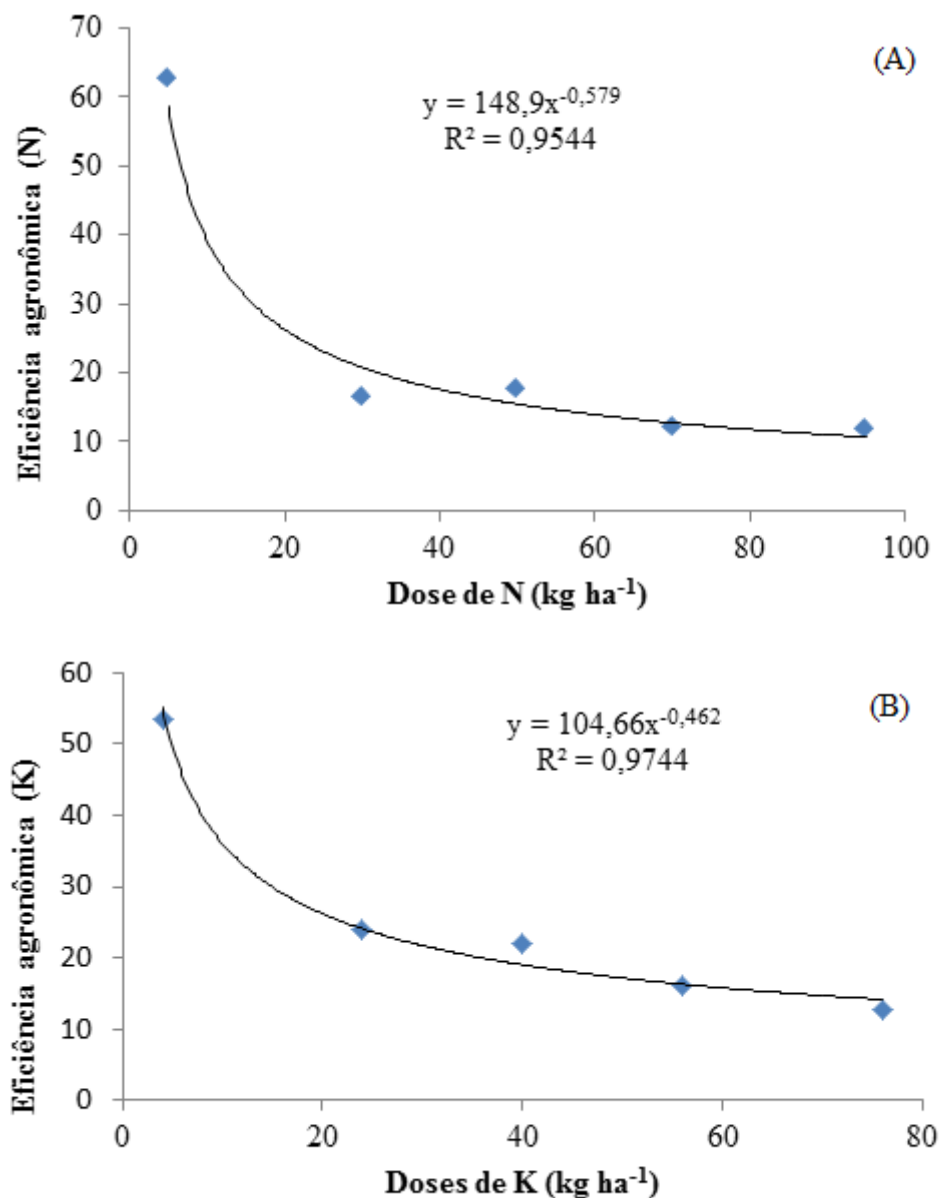


Figura 9. Eficiência agrônômica do milho, em resposta a adubação nitrogenada (A) (5; 30; 50; 70 e 95 kg ha⁻¹) e adubação potássica(B) (4; 24; 40; 56 e 76 kg ha⁻¹). Areia-PB, 2016.

A maior eficiência agrônômica no uso do N e do K foram obtidas com as menores doses aplicadas 5 e 4 kg ha⁻¹, respectivamente. Indicando assim que a combinação das doses 95 kg ha⁻¹ de N e 64 kg ha⁻¹ de K que proporcionaram a melhor produtividade, não foram as que proporcionaram a melhor eficiência agrônômica.

Em estudo realizado observando somente a eficiência agrônômica do N, Andrade et al. (2014) verificaram situação semelhante, onde a dose de maior eficiência agrônômica (50 kg ha⁻¹) não foi a que proporcionou a maior produtividade (100 kg ha⁻¹), e ainda mais, comenta

que o estudo reforçam e corroboram a lei dos rendimentos decrescentes de Mitscherlich, a mesma afirma que a resposta da produtividade é reduzida de forma exponencial à medida que se ocorre o incremento de doses de um determinado fertilizante.

5 CONCLUSÕES

1. O incremento das doses de nitrogênio e potássio favoreceu o aumento da produtividade dos grãos, produção de palha e índice de colheita;
2. A maior eficiência agronômica foi obtida na combinação das menores doses, mostrando assim que as doses mais produtiva não foi a mais eficiente.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise de solo é de fundamental importância para a tomada de decisão das quantidades de adubo a serem aplicadas, para que se supra a necessidade da planta durante seu ciclo e assim a cultura possa expressar todo seu potencial genético.

A manutenção da palhada adotada no sistema de plantio direto, que apresenta ser um sistema é de fundamental para a ciclagem de nutrientes, melhorando os aspectos químicos, físicos e biológicos do solo. Além de manter a lavoura livre das plantas daninhas por um período maior de tempo, a palhada prolonga a umidade do solo na camada arável.

A combinação das doses de N e K, juntamente com o sistema de plantio direto, foram da maior importância para que se garantisse a produção de grãos, onde as plantas mesmo em estresse hídrico durante o período de enchimento de grãos, conseguiram expressar uma produtividade bem maior que a média do estado.

As doses de N proporcionaram um crescimento linear na produção, havendo-se a necessidade de um incremento na doses até que se encontre seu ponto de máxima.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ V, V.H. **Avaliação da fertilidade do solo (Superfície de resposta - Modelos aproximativos para expressar a relação fator-resposta)**. Viçosa, MG, UFV, 1985. 75p.
- AMARAL FILHO, J.P.R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.J.C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 467-473, 2005.
- ANDRADE, F. R. et al. Desempenho agrônômico do milho a doses e épocas de aplicação de nitrogênio no Cerrado piauiense. **Rev. Cienc. Agrar.**, v. 57, n. 4, p. 358-366. 2014.
- ANDREOTTI, M. et al. Produção de Matéria Seca e Absorção de Nutrientes pelo Milho em Razão da Saturação por Bases e da Adubação Potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.12, p.2437-2446. 2000.
- CERETTA, C. A. et al. Produção e Decomposição de Fitomassa de Plantas Inverniais de Cobertura de Solo e Milho, sob Diferentes Manejos da Adubação Nitrogenada. **Ciência Rural**, v.32, n.1, p.49-54, 2002.
- CIVARDI, E. A. et al. Ureia de liberação lenta aplicada superficialmente e ureia comum incorporada ao solo no rendimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 52-59, 2011.
- COELHO, A. M.; FRANCA, G. E. **Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação**. Informações Agrônomicas, Piracicaba, n.71, set. 1995., n. 2, p.1-9, 1995.
- COELHO, A. M. **Nutrição e Adubação do Milho**. Embrapa Milho e Sorgo-Sistema de Produção, Versão Eletrônica - 2006.
- COELHO, A. M. et al. **Cultivo do Milho**. Embrapa Milho e Sorgo-Sistema de Produção, Versão Eletrônica - 7ª edição. 2011.
- COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. **Nutrição e adubação do milho**. Brasília, DF: Embrapa/CNPMS, 2009.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira. Grãos. Safra 2016/2017. Monitoramento agrícola. Brasília, v.4, p. 1-162. 2017.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira. Safra 2016/2017. Monitoramento agrícola. Brasília, v.3, p. 1-130. 2017.
- DUETE, R. R. C. et al. Acúmulo de nitrogênio (¹⁵N) pelos grãos de milho em função da fonte nitrogenada em Latossolo Vermelho. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 2, p. 463-472, 2011

- EMBRAPA, **Adubação orgânica**. 2010. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/ferorganica.htm>. Acesso em: 25 out. 2016.
- MARTINS, I. S.; CAZETTA, J. O.; FUKUDA, A. J. F. Condições, modos de aplicação e doses de ureia revestida por polímeros na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 3, p. 271-279. 2014.
- MEDEIROS, L. C. Dinâmica do nitrogênio e potássio nos resíduos culturais do milho submetido à adubação mineral. **Dissertação**. Universidade Federal da Paraíba, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Areia, 2016.
- MEDEIROS, R.D. Adubação nitrogenada e potássica na cultura do milho em um Latossolo Amarelo.. 36p. **Monografia** (Graduação em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias. Areia, 2014.
- NEUMANN, M.; SNDINI, I.E.; LUSTOSA, S.B.C.; OST, P.R.; ROMANO, M.A.; FALBO, M.K.; PANSERA, E.R. Rendimentos e componentes de produção da planta de milho (*Zea mays* L.) para silagem, em função de níveis de adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, p.418-427, 2005.
- PRANDO, A. M. et al. Características produtivas do trigo em função de fontes e doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 34-41, 2013.
- QUEIROZ, A. M. Avaliação de Diferentes Fontes e Doses de Nitrogênio na Adubação da Cultura do Milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.10, n.3, p. 257-266, 2011.
- RABÊLO, F. H. R. et. al. Características agronômicas e bromatológicas do milho submetido a adubações com potássio na produção de silagem. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 3, p. 635-643. 2013.
- ROCHA, R. J. S. Adubação nitrogenada em milho em semeadura direta e cultivo convencional na região Meio-Norte do Piauí. **Tese**, Universidade Estadual Paulista, 73 p. 2010.
- RODRIGUES, M. A. C. et al. Adubação com KCl revestido na cultura do milho no Cerrado. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.18, n.2, p.127–133, 2014.
- SAEG. **Sistema para análises estatísticas**. Versão 9.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 2007.
- SCHIAVINATTI, A. F. et al. Influência de fontes e modos de aplicação de nitrogênio nos componentes da produção e produtividade do milho irrigado no Cerrado. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p. 295-230, 2011.
- STIPP, S.R. & YAMADA, T. Nutrição e Adubação do milho. **Informações Agronômicas**, v.14, n.43, p.3-6, 1988.
- SOUZA, L. C. F. et al. Culturas Antecessoras e Adubação Nitrogenada na Produtividade de Milho em Plantio Direto Irrigado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.3, p.55-62, 2003.

SUZUKI, L. E. A. S et al. Fitomassa de plantas de cobertura sob diferentes sistemas de cultivo e sucessão de culturas em Selvíria – MS. **Científica**, Jaboticabal, v.36, n.2, p.123 - 129, 2008.

TAKASU, A. T. et al. Produtividade da Cultura do Milho em Resposta a Adubação Potássica. In: XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, **Anais...** Águas de Lindóia, 2012.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Fontes e doses de npk em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 254-263, 2011.